Lane Medical Library

Das Sehcentrum bei Fröschen.

INAUGURAL-DISSERTATION,

WELCHE ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

MIT ZUSTIMMUNG DER MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

am 10. August 1880

NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN

ÖFFENTLICH VERTHEIDIGEN WIRD

der Verfasser

Alfred Blaschko

aus Freienwalde a/O.

OPPONENTEN:

HUGO LÖWENTHAL, Dr. med.
MICHAEL MORGENSTERN, pract. Zahnarzt.
PAUL CHRISTELLER, Dd. med.

BERLIN.
Druck von H. S. Hermann,
Beuth-Strasse 8.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/dassehcentrumbei0000alfr

Seinen lieben Eltern

gewidmet

vom

Verfasser.

Bei den überraschenden Resultaten, zu welchen die Lehre von den Sehcentren bei den Säugethieren durch die Forschungen der letzten Jahre gelangt ist, dürfte es wohl gerechtfertigt erscheinen, auch bei den Wirbelthieren niederer Gattung diese Verhältnisse einer genaueren Prüfung zu unterziehen. Eine solche Untersuchung ist um so berechtigter, als die früheren Forscher auf diesem Gebiete die widersprechendsten Resultate zu Tage gefördert haben.

Wenn wir vorläufig ganz von den Fischen und Vögeln absehen und uns nur den Amphibien und als ihrem klassischen Repräsentanten, dem Frosch, zuwenden, so finden wir bei Durchforschung der hierhergehörigen Literatur, dass die verschiedenen Beobachter das Sehcentrum desselben in ganz verschiedene Hirntheile verlegt haben.

Flourens[1]) hält die Frösche, denen er das Grosshirn genommen, für blind und glaubt deshalb, dass — übereinstimmend mit seinen Resultaten an Säugethieren und Vögeln — auch beim Frosch das Grosshirn als Sitz des Sehcentrums und des Centrums alles Empfindens und Wollens zu betrachten sei. Desmoulins[2]) verlegt den Sitz desselben

[1]) Flourens' Recherch. expérim. sur les propr. et les fonct. du syst. nerv. 2. édit. Paris 1842. pp. 35, 51, 131.

[2]) Desmoulins Anat. du syst. nerv. Paris 1825. p. 594.

beim Frosch in die lobi optici und zwar auffallender Weise in den der gleichnamigen Seite.

Schiff[1]) bestätigt die Richtigkeit der Flourens'schen Beobachtungen, erklärt dieselben jedoch so, dass die Thiere nach Entfernung des Grosshirns zwar noch empfinden (also auch sehen), dass ihnen jedoch „die Uebertragung der Empfindung auf die Bewegungscentra" fehle. Am eingehendsten mit dieser Frage hat sich Renzi[2]) beschäftigt, der in einer die gesammte Wirbelthierwelt umfassenden Untersuchungsreihe die Functionen aller Hirntheile zu ermitteln sucht. Er unterscheidet bei allen Sinnesempfindungen eine intellectuelle und eine sensitive Art der Empfindung, „percezione intellettiva e sensitiva" und versteht darunter, wie schon aus der Bezeichnung hervorgeht, das Vermögen, Sinnesempfindungen zu haben, und die Fähigkeit, Dinge der Aussenwelt auf dem Wege der sinnlichen Wahrnehmung zu erkennen, zu begreifen. Was das Sehen der Frösche anbetrifft, so behauptet er, dass durch die Wegnahme des Grosshirns dem Frosche das intellectuelle, durch Abtragung der Decke der lobi optici auch das sensitive Sehen geraubt würde. Nach Wegnahme einer Grosshirnhälfte wird der Frosch auf dem Auge der entgegengesetzten Seite intellectuell blind, nach Entfernung der Deke des lobus opticus sensitiv, also völlig blind. Die Renzi'schen Arbeiten wurden in Deutschland fast gar nicht bekannt, und so kam es, dass wenige Jahre später Goltz[3]) in seinen Untersuchungen über das Froschhirn die seit Longet und Schiff überall dominirende Ansicht, dass die grosshirnlosen Thiere „zwar noch sehen, dass sie aber das, was sie sehen, nicht mehr verwerthen können zur

---

[1]) Schiff, Physiologie d. Nervensyst. Bonn 1859.

[2]) P. Renzi. Saggio di fisiologia sperimentale sui centri nervosi della vita psichica etc.

Annali di Medicina Band 185—187. 189. Milano 1863—1864. Fisiol. sperim. dell encefal. di rettili. Band 186. p. 133 ff.

[3]) Goltz. Beitr. zur Lehre von d. Funct. d. Nervencentr. des Frosches. Berlin 1869.

Bestimmung ihrer Bewegungen", für den Frosch widerlegen zu müssen glaubte. Er zeigte, dass ein Frosch ohne Grosshirn ein ihm vorgesetztes Hindernis vermeidet, und schloss daraus, dass derselbe nicht allein zu sehen, sondern auch seine Gesichtseindrücke in zweckmässiger Weise zu verwerthen im Stande wäre. Goltz's Ansicht blieb längere Zeit hindurch unangefochten, bis 1877 Langendorff[1]) eine völlig entgegengesetzte Behauptung aufstellte. L. fand, dass der bekannte Goltz'sche Quakversuch nicht nur bei dem Frosch ohne Grosshirn, sondern eben so gut bei dem geblendeten Frosch auftrete, und von dieser Beobachtung geleitet, legte er sich die Frage vor, ob nicht der Goltz'sche Grosshirnfrosch nur deshalb das bekannte Quakphänomen zeige, weil er eben nicht sehen könne. Auf Grund der angestellten Versuche behauptete er, dass Goltz bei seiner Operation stets die nn. optici mit durchtrennt und die Thiere somit geblendet hätte. Der letzte, der sich dieser Frage zuwandte, war Spode[2]). Er muss die Behauptung seines Lehrers Langendorff dahin modificiren, dass er zugiebt, auch der Frosch ohne Grosshirn, dem man die optici erhalten habe, zeige den Quakreflex; aber, meint er, er zeige ihn nur deshalb, weil eben auch dieser Frosch nicht sehen könne. Eine Abtragung der Grosshirnhemisphären sei gleichwerthig einer Durchschneidung der nn. optici, sei also eine Zerstörung der Sehcentren.

Dies ist der Standpunkt, auf welchem augenblicklich die Frage nach dem Sehcentrum des Frosches angelangt ist; man sieht, ungewissere, widersprechendere Resultate sind kaum denkbar. Der streitige Punkt: Sieht der Frosch ohne Grosshirn noch? wird von den einen mit Ja, von den andern mit Nein beantwortet. Sehen wir uns nach den Beweisen

---

[1]) Langendorff. Die Beziehungen des Sehorgans zu den reflexhemmend. Mechanismen des Frosches. Dubois Archiv f. Physiol. 1877. H. 4 u. 5.

[2]) Spode. Ueber opt. Reflexhemmung. Dubois Arch. für Physiol. 1879. H. 1 u. 2.

für beide Ansichten um. Auf Grund welcher Beobachtungen wird dem grosshirnlosen Frosch das Sehvermögen abgesprochen?

Der Frosch fängt nicht mehr die Fliegen, die man in seinen Behälter setzt, er zeigt keine Furcht, keine Abwehr oder Fluchtbewegung, wenn man sich — schnell oder langsam — mit der Hand seinem Auge nähert. Auf Grund dieser Beobachtung haben die meisten Forscher den Frosch für blind gehalten; es lässt sich jedoch, wie mir scheint, daraus kein Schluss auf den Schwund des Sehvermögens ziehen, diese Erscheinungen sind vielmehr ganz ungezwungen auf andere Weise zu erklären. Das Verhalten gegen Fliegen betreffend, bemerkt Eckhard[1]) ganz richtig: „Das Thier kann sich so benehmen, weil es entweder zwar die Insekten sieht, aber nicht erkennt und unterscheidet, oder auch weil es kein Nahrungsbedürfnis mehr empfindet". Und das letztere ist in der That der Fall; der grosshirnlose Frosch hat wirklich kein Nahrungsbedürfnis mehr. Er greift ja auch nicht nach den Fliegen, welche ihm auf der Nase herumspazieren, die er denn doch wohl, wenn nicht sehen, so doch fühlen müsste. Auch eine andere Erklärungsweise liegt nahe: Das fliegende Insekt, die Bewegung der Hand kann der Frosch recht wohl sehen, ohne damit in dem einen Falle den Begriff eines passenden Nahrungsmittels, im andern den einer ihm feindseligen Handlung zu verbinden; er kann Gesichtsempfindungen haben, ohne Vorstellungen an dieselben zu knüpfen, er kann „seelenblind" sein.

Eine ähnliche Erklärung dafür giebt Renzi, indem er sagt, dem Frosch ist die intellektuelle Gesichtsperzeption verloren gegangen; ja er nimmt eine Intelligenz für das rechte und eine für das linke Auge — jedesmal in der entgegengesetzten Hemisphäre — an und glaubt sie dem Thier gesondert nehmen zu können. Folgendes Experiment soll

[1]) Eckhard. Physiol. d. Rückenmarks u. Gehirns. Handb. d. Physiol. v. Hermann.

seine Ansicht beweisen: Einem auf dem rechten Auge geblendeten Frosch wird die rechte Grosshirnhälfte entfernt. Er fürchtet sich nicht mehr vor der angenäherten Hand, also, sagt Renzi, hat er auf dem linken Auge die intellectuelle Perzeption verloren. Den viel näher liegenden Versuch, den ungeblendeten Frosch nach Entfernung einer Grosshirnhälfte in Furcht zu setzen, hat er nicht angestellt.*)

Wie verhält es sich nun mit den Beweisen für das Erhaltensein des Sehens? Dieselben beruhen auf dem einzigen von Goltz und vor ihm schon von Renzi angeführten Versuch, bei welchem der grosshirnlose Frosch, vor ein Hindernis gesetzt und mit der Pinzette gereizt, demselben in geschickter Weise aus dem Wege geht. Die Richtigkeit dieser Beobachtung oder doch deren Deutung ist, wie wir sahen, schon mehrfach angefochten worden; dazu kommt noch, dass wir nach den Erfahrungen, die wir neuerdings[1]) an höheren Wirbelthieren gemacht haben, berechtigt sind, den Sitz des Sehcentrums im Grosshirn zu suchen und abweichenden Angaben mit einem gewissen Mistrauen zu begegnen. Und diese Ueberlegung war es auch vor Allem, welche dazu aufforderte, die Goltz-Renzi'schen Resultate einer genaueren Prüfung zu unterziehen und nachzusehen, ob dieselben nicht in einer Art und Weise zu modificiren seien, die es gestatten, die Ergebnisse beim Frosch mit den anderswo gemachten Erfahrungen in Einklang zu bringen. Auf Veranlassung des Herrn Professor Munk wandte ich mich dieser Frage zu, und ich glaube dieselbe nun definitiv beantworten zu können. Ich habe

*) Anmerkung: Da schon gesunde Frösche nur sehr selten Furcht vor der Annäherung zeigen, so ist eine solche Prüfung überhaupt schon ohne rechte Beweiskraft und deshalb unzulässig; ich habe mich aber auch selber überzeugen können, dass nach Entfernung einer Grosshirnhälfte zwischen den beiden Augen des Frosches gar kein Unterschied besteht.

[1]) H. Munk. Dubois Reymond's Arch. f. Physiol. 1878. p. 162, 547, 599; 1879 p. 581 u. Monatsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. Juni 1880.

mich — da ich von den Renzi'schen Arbeiten erst gegen das Ende meiner Versuche Kenntnis erhielt — genau an Goltz anlehnt und denselben Weg wie dieser eingeschlagen.

Wenn man den Frosch ohne Grosshirn an einer Körperstelle reizt, so reagirt derselbe mit einem Sprunge, der in der Regel in der Richtung der Längsachse des Froschkörpers liegt. Setzt man ihm jedoch ein Hindernis in den Weg, so, sagt Goltz, vermeidet der Frosch dasselbe und springt oder kriecht seitwärts an demselben vorbei. Das ist nun in der Mehrzahl der Fälle richtig, passt jedoch nicht immer. Wenn man den Versuch hunderte von Malen wiederholt, so wird man gar nicht so selten sehen, dass der Frosch gegen das Hindernis springt, und dieser Fall wird auch Goltz begegnet sein, der ihn aber wohl deshalb vernachlässigt, weil er glaubt, dass derselbe nichts gegen die weit überwiegende Häufigkeit des andern Falls bedeute. Es ist nun aber, wie Spode richtig bemerkt, in der That erstaunlich, wie geblendete Frösche oft Hindernisse in einer so geschickten Weise vermeiden, dass es den Anschein hat, als wäre ihnen das Sehvermögen noch geblieben. Dazu kommt, dass auch der Goltz'sche Frosch nicht immer dem Hindernisse aus dem Wege geht, sondern — wenn auch selten — in dasselbe hineinspringt, und man wird zugeben, dass der Goltz'sche Versuch keineswegs alle Zweifel an dem Erhaltensein des Gesichtssinns zu zerstreuen im Stande ist. Aber selbst zugestanden, dass der grosshirnlose Frosch nicht blind ist, lassen sich noch gewichtige Bedenken erheben. Wenn wir den Sprung des Frosches auf den Reiz mit der Pinzette als Reflex auffassen können, so dürfte es a priori wohl gestattet sein, den seitlichen Sprung als einen modificirten Reflex anzusehen, wobei die Richtung, nach welcher der Frosch springt, dadurch bestimmt wird, welche Theile der Retina Licht erhalten; wir hätten es also mit einer Art Reflexregulirung durch optische Eindrücke zu thun. Etwas Gezwungenes hat diese Auffassung, jedoch ist sie berechtigt und möglich und bedarf daher einer Widerlegung.

Das hat auch schon Goltz eingesehen, und er glaubt diese Widerlegung damit zu geben, dass er dem grosshirnlosen Frosche ein Bein annäht und findet, dass derselbe auch dann noch das Hindernis vermeidet Der Versuch, selbst wenn er theoretisch richtig wäre, könnte, wie man leicht einsieht, in praxi nichts beweisen. Die — auch nur theilweise vorhandene — Unbrauchbarkeit einer Hinterpfote ist keine so eingreifende Störung in dem Bewegungsmechanismus des Frosches, dass die ganze Innervation derentwegen geändert werden müsste, damit eine annähernd ähnliche Bewegung resultire. Wenn aber selbst eine solche Störung erfolgte, so kann — und das gesteht auch Goltz ein — die gefesselte Pfote in diesem Falle ein solcher Reflexregulator sein und die Bewegung in zweckmässiger Weise modificiren. — Man sieht, die Goltz'schen Beobachtungen sind nicht recht beweisend. Damit ist jedoch noch nicht gesagt, dass, wie die anderen Forscher annehmen, der grosshirnlose Frosch blind ist; dass derselbe in der That sein Sehvermögen vollkommen beibehalten hat, werden, hoffe ich, die nachfolgenden Versuche zeigen.

Wenn man das verschiedene Verhalten des Frosches gegen einen Reiz bei vorgesetztem Hinderniss betrachtet, so drängt sich die Frage auf, wie es denn komme, dass derselbe in einem Falle das Hindernis gut vermeidet, im andern nicht. Ich hatte meinen Versuch genau so wie Goltz angeordnet: der Frosch mit dem Auge gegen das Fenster, das Hindernis vor ihm; es fiel mir auf, dass, so oft das Thier von einer Seite her Licht bekam, es nach dieser Seite hin auswich. Um dies näher zu prüfen, stellte ich den Versuch in der Folge so an, dass das Hindernis nur gerade noch das eine Auge des Frosches beschattete, das andere jedoch vom hellen diffusen Tageslichte beschienen wurde, etwa so:

Befand sich der Frosch in der Stellung a, so sprang er nach rechts, war er in der Stellung b, nach links; immer also nach der Seite, von welcher ihm das Licht kam. Gegen diesen Versuch liess sich noch derselbe Einwand machen, den wir oben dem Goltz'schen entgegengehalten haben; auch hier war die Möglichkeit einer optischen Reflexregulirung denkbar; es galt, eine Abänderung des Versuches zu finden, bei der ein solcher Einwand ausgeschlossen war. Wenn man, während der Frosch in der Stellung b verharrt, das Hindernis leise von rechts nach links verschiebt, oder wenn man den Frosch aus der Stellung b mitten vor das Hindernis bringt und dort eine kurze Zeit sitzen lässt, so springt er auf eine erneute Reizung wieder nach links. Er springt nach rechts, wenn man ihn vom rechten Rande des Brettes vor dessen Mitte bringt Es wirkt also in diesem Falle nur der Reiz am After; beide Augen erhalten von beiden Seiten dieselbe geringe Lichtmenge; wenn also der Frosch doch nach der linken Seite hinspringt, so muss er erstens sehen, dass er ein Hindernis vor sich hat, zweitens muss er sich daran erinnern, dass er vor kurzer Zeit von links her Licht erhalten hat, woraus er schliesst, dass er dort wohl einen Ausweg finden müsse. Ich setze dabei die Frösche mit Absicht nahe vor das Hindernis, einerseits um die Contraste von Hell und Dunkel zu verstärken und schärfer zu begrenzen, dann aber, weil bei grösserer Entfernung sehr leicht von beiden Seiten her Licht auf beide Augen des Frosches fallen und so die Reinheit des Versuchs geschädigt werden kann.

Ich gab nun dem Versuche eine andere Gestalt. Der Frosch wurde nicht wie bisher, und wie es auch Goltz gethan, mit dem Auge gegen das Fenster gesetzt, sondern so, dass er dasselbe im Rücken, das Brett, das ihn nun nicht mehr beschattete, vor sich hatte. Auch jetzt zeigte sich, dass der Frosch demselben geschickt aus dem Wege ging. In diesem Falle ist das Hindernis bald heller, bald dunkler als der freie Raum daneben. Der Frosch muss also, wenn

er dasselbe vermeidet, eine genaue Vorstellung von der Configuration desselben haben; er springt jetzt also nicht nach der Seite des erleuchteten Auges, sondern nach einem Punkte hin, wo er kein Hindernis mehr bemerkt.

Hatte ich mich so von dem völlig erhaltenen Sehvermögen meiner Frösche überzeugt, so war es ein leichtes, noch zahlreiche andere Modificationen der ersten Versuche zu finden, die zum Theil als neue Belege dienen konnten. So kann man es einrichten, dass beide Augen des Thieres Licht erhalten, jedoch nur von einer Seite; dasselbe springt dann nach der Seite, von welcher ihm das Licht kommt. So kann man auch durch abwechselnde Umstellung des Brettes den Frosch sich im Zickzack vorwärts bewegen lassen, ihn schliesslich in einem kleinem Labyrinth von Brettern durch Kneifen mit der Pinzette so weit bringen, dass er mit sorgfältiger Vermeidung aller Hindernisse endlich das Freie gewinnt. Lässt man unter dem Hindernisse einen freien Raum, so kriecht der Frosch mit gesenktem Kopfe hindurch, wählt man ein niedriges Brett, über welches er noch hinwegsehen kann, so springt er mit einem Satz auf oder über dasselbe.*) Auch das ist schon ein Beweis für das Vernünftige in seinen Bewegungen, dass er die Art derselben genau den jeweiligen Ortverhältnissen anpasst; wo ein Sprung nicht an der Stelle ist, kriecht er, und liegen die Verhältnisse noch verwickelter, so kommt es auch wohl vor, dass er Kehrt macht, um auf diesem Wege sein Glück zu versuchen. — Oft dreht er erst den Kopf nach der Seite, wo sich ein Ausweg befindet, kriecht dorthin und sucht mit einem Satz das Weite; in anderen Fällen bleibt es beim Drehen des Kopfes, und erst bei wiederholter Reizung springt er — nun geradeaus, denn er hat ja freies Feld vor sich. Es kommt vor, dass, wenn bei der Operation die unter den thalami optici herziehenden Hirnschenkel einseitig verletzt sind, die Frösche Zwangsbewe-

*) Anmerkung. Diese Beobachtung findet sich auch schon bei Renzi.

gungen — nach der verletzten Seite hin — zeigen. Ist nun die Neigung nach einer z. B. der linken Seite nicht allzustark, so kann man sehen, dass der Frosch, der, so oft man ihn gereizt, immer nur nach links gesprungen ist, nun, wenn man dort ein Brett aufstellt, mit grosser Anstrengung seine Richtung zu ändern sucht und — meist sehr unbeholfen — nach der rechten Seite hin ausweicht, um dann bei erneuter Reizung sofort wieder nach links zu springen.

Die angeführten Versuche, deren Richtigkeit ich bei einer grossen Zahl von Wiederholungen bestätigen konnte, werden wohl den letzten Rest irgend eines Zweifels getilgt haben. Es ist eine unbestreitbare Thatsache: Der Frosch ohne Grosshirn sieht. Ich habe zur Controle geblendete Frösche untersucht und gefunden, dass dieselben, wenn sie nicht durch andere Sinne, Gehör und Gefühl, von den vorliegenden Gegenständen unterrichtet wurden, stets in das Hindernis hineinsprangen. Der Frosch sieht also, d. h. er hat nicht nur Gesichtsempfindungen, sondern auch — und das wird von den meisten Forschern geleugnet — bewusste Gesichtswahrnehmungen. Er ist im Stande, sich ein Bild von den Gegenständen der Aussenwelt zu machen und sein Verhalten nach denselben einzurichten. Der Frosch ändert die Richtung, die Intensität seines Sprunges, er kriecht, hüpft oder dreht blos den Kopf, und das nicht nur, jenachdem welche Stelle seiner Retina beschattet wird, er sieht die Grenzen eines gelb angestrichenen Brettes von dem in seinem Gesichtsfeld benachbarten Bilde des gleichfarbigen, nur durch geringe Schattirungen sich unterscheidenden Tisches, er misst Höhe und Entfernung des Körpers ab, er sieht perspectivisch. Seine Bewegungen bleiben auch dann noch zweckmässig, wenn sein Innervationsmechanismus so erhebliche Störungen erlitten hat, dass den gewollten, erforderlichen geradezu entgegengesetzte Bewegungen resultiren und es ihn ersichtlich grosse Mühe kostet, das Hindernis zu vermeiden. Noch mehr! Er springt auch dann noch richtig, wenn das augenblickliche Gesichtsbild ihm

dazu gar nicht mehr verhelfen kann, wenn er früher gehabte Gesichtseindrücke zu Hilfe nehmen muss — er hat Erinnerungsbilder seiner Gesichtswahrnehmungen. Sollte etwa der Lichteindruck auf der Retina oder in einem „primären Sehcentrum" noch nachdauern und so die auf den Hautreiz erfolgende Bewegung modificiren? Das Absurde einer solchen Erklärung leuchtet ein; es sind ja in der Zwischenzeit dieselben Retinapartien wieder beschattet worden, ein solcher Erregungszustand kann also gar nicht mehr vorhanden sein.

Wir sind also zu dem Resultate gelangt, der grosshirnlose Frosch hat Gesichtswahrnehmungen, die er im Gedächtniss zu behalten und für seine Bewegungen zu verwerthen weiss. Das ist aber das Höchste, was ein Frosch überhaupt mittelst seiner Sehwerkzeuge zu leisten vermag, besser sieht ein gesunder Frosch auch nicht. Wir sind zu diesem Schlusse gekommen, ohne der sogenannten spontanen Bewegungen zu bedürfen, indem wir zunächst sein Hüpfen auf den Reiz mit der Pincette als einen Reflex ansahen. Finden wir nun, dass solche Bewegungen beeinflusst werden durch Ueberlegungen, die sich auf Erinnerungsbilder aufbauen — anders können wir unsere Versuche nicht erklären — so sind wir nicht mehr berechtigt, jene Bewegungen als Reflexe aufzufassen.

Was fehlt denn aber nun dem grosshirnlosen Frosch und wodurch unterscheidet er sich von dem gesunden? Es ist schwer, hier das Richtige zu treffen; sicher ist, dass der Frosch an Intelligenz bedeutend eingebüsst hat; er sitzt stupide, regungslos da, etwa wie ein paralytisch Blödsinniger, von dem wir uns ja leicht denken könnten, dass er den ganzen Tag still auf seinem Stuhle sitzt, kein Nahrungsbedürfniss verspürend, und, wenn wir mit drohender Miene ihm nahen, kein Zeichen von Furcht von sich gibt, der aber, wenn wir ihn schlagen würden, wohl die Flucht ergriffe und dabei sorgfältig allen Stühlen, Tischen und Spinden, die sich

im Zimmer befinden, aus dem Wege gehen würde. Einen solchen Menschen für blind oder auch nur für seelenblind zu erklären, möchte wohl niemandem einfallen, und so möchte ich auch dem Frosch ohne Grosshirn sein volles Sehvermögen beibehalten wissen. Wie Renzi dazu kommt, denselben für intellectuell blind zu erklären, ist mir unerfindlich; dass das Thier sich nicht vor der Hand fürchtet, kann kein Beweis sein. Die Bewegung nämlich, mit welcher der gesunde Frosch auf die Annäherung der Hand reagirt, ist ein blosses plötzliches Zusammenzucken, eine offenbar reflectorische Bewegung, die beim grosshirnlosen, ja beim enthirnten Frosch hervorgerufen werden kann durch einen Schlag auf den Tisch, auf welchem derselbe sitzt. Das Vorhandensein dieser Reaction soll nun ein Beweis für das Restiren des intellektuellen Sehens sein, während das Vermeiden von Gegenständen, so zweckmässig es auch ist, auf Grund der blossen sensitiven Perzeption gesetzt wird. Diese Erklärung hat Renzi offenbar nur gegeben, um die Einheitlichkeit der Befunde bei allen Wirbelthieren zu wahren

Wenn wir nun so durch unsere Versuche festgestellt haben, dass dem Frosch nach Abtragung seines Grosshirns die Fähigkeit zu sehen verbleibt, drängt sich naturgemäss die Frage auf: Mit welchem Theile seines Hirns sieht denn der Frosch?

Von den hinter dem Grosshirn belegenen Theilen fallen wohl cerebellum und medulla oblongata ganz ausser Betracht, und es bleiben nur die thalami und die lobi optici übrig. Zwischen diesen beiden sich zu entscheiden, scheint eine ziemlich unbedeutende Aufgabe, und doch ist deren Lösung mit sehr erheblichen Schwierigkeiten verknüpft. Diese Schwierigkeiten werden bedingt durch die eigenthümlichen anatomischen Verhältnisse dieser beiden Organe. Ich sehe mich daher veranlasst, bevor ich über die angestellten Versuche berichte, eine kurze Beschreibung derselben, soweit sie

zu diesem Behufe unerlässlich, vorauszuschicken, zumal die anatomischen Angaben über dieselben theils falsch, theils dürftig, theils für physiologische Zwecke unbrauchbar sind.

Die Thalami optici sind zwei horizontal gelagerte, nach hinten etwas convergirende, nahezu cylindrische Stränge, die vorn mit den unteren Partien des Grosshirns in Verbindung stehen, zwischen sich den ventriculus III. lassen und hinten ununterbrochen in die Lobi optici (oder, wie Stieda will, Lobus opticus) übergehn. Diese sind zwei grosse, in der Mittellinie verwachsene kuglige Körper mit einer centralen Höhle, an deren Boden die Pedunculi cerebri — die unmittelbare Fortsetzung der vom Grosshirn ausgehenden, auch am Grunde der Thalami fortlaufenden, andrerseits in die Pyramidenstränge des Rückenmarks übergehenden Faserzüge — sich finden. An der Hinterwand der Höhlung der lobi optici bildet die nach hinten sich umschlagende Decke zwei ebenfalls in der Medianebene verschmolzene kuglige Vorsprünge, welche in zwei nach aussen vorn und unten hinziehende und in die Seitenwand übergehende rundliche Stränge auslaufen, Haller's Tori semicirculares.

Wie verhält sich nun Nervus und Tractus opticus zu diesen Theilen? Das Chiasma nn. opticorum liegt unter dem thal. opt., innig mit ihm verschmolzen. Von demselben gehen 3 deutlich unterscheidbare Faserzüge, sämmtlich in der Richtung nach hinten und oben ab. Der hinterste, zugleich schwächste, geht zwischen lobi opt. und cerebellum in die Gegend des oculomotorius- und trochlearis-Kerns und ist augenscheinlich dazu bestimmt, Reize des opticus auf die Augenmuskulatur zu übermitteln. Die beiden anderen Faserzüge umgreifen den lob. opt., der eine von vorn, der andere von hinten nach oben und medianwärts aufsteigend. Die weissen Fasern des hinteren verlieren sich bald in der Wand des lobus, die des vorderen sind noch oben an der Decke desselben an der Grenze zwischen ihm und dem thal. opt. sichtbar. Aus dieser eigenthümlichen Anordnung

geht hervor, dass die beiden zur Untersuchung herangezogenen Gebilde fast an ihrer ganzen Peripherie von weissen, dem opticus angehörigen Fasern umgeben sind. Der thal. opt. nämlich geht unten in das Chiasma über, während er seitlich, oben und hinten vollständig vom tract. opt. bedeckt wird. Die lob. opt. sind vorn, seitlich und unten von den beiden beschriebenen grossen Opticuszügen eingerahmt, und nur hinten gehen sie mit einer tiefen Umschlagsfalte direkt, d. i. ohne Unterbrechung durch weisse Fasern, in das cerebellum über.

Die Schwierigkeiten beim Versuch bestehen nun darin:

1) Den thal. opt. zu entfernen, ohne das Chiasma oder den Anfangstheil des tract. opt. zu verletzen.

2) Den lob. opt. völlig zu entfernen, ohne entweder durch Anschneiden der pedunculi Zwangsbewegungen hervorzurufen oder ebenfalls den tract. opt. zu durchschneiden.

Diese Umstände erschweren nicht nur die Ausführung der Operation, sie erschweren vor Allem die Beurtheilung des Experimentes und seiner Resultate.

Bekanntlich können die Thiere mit einem geringen Reste ihrer Sehcentren noch ziemlich gut sehen, und der immerhin primitive Versuch, den ich anstellen könnte, genügt nicht, feinere Gesichtsdefecte zu entdecken. Bleibt also ein Stück des Sehcentrums erhalten, so sieht der Frosch vielleicht noch das Hindernis und das Licht daneben. Ist aber das Sehcentrum ganz entfernt, dann ist die Wahrscheinlichkeit, dass auch vielleicht schon der opticus angeschnitten, um so grösser. Das erschwert die Werthabschätzung der einzelnen Versuche ungeheuer, und das ist auch der Grund, weshalb dieser Theil meiner Aufgabe eine unverhältnismässig lange Zeit in Anspruch genommen. Ich fand nun folgendes:

Wenn dem Frosch Grosshirn, thal. und lob. opt. genommen werden, natürlich so, dass der Zusammenhang des n. opt. mit den hinteren Hirnpartien erhalten bleibt, so ist derselbe blind.

Entfernt man ausser dem Grosshirn nur noch den thal. opt. unter sorgfältiger Schonung des tract., so sieht der Frosch, d. h. er vermeidet Hindernisse mit derselben Geschicklichkeit wie der, dem blos das Grosshirn geraubt ist, und zwar lassen sich alle dort erwähnten Modificationen des Versuches auch hier mit gleichem Erfolge ausführen. Diese beiden Thatsachen bringen uns die gewünschte Antwort: Es sind die Lobi optici, mittelst deren der Frosch sieht.

Ueberblickt man nun noch die anatomischen Verhältnisse und sieht, dass gerade von diesem Organ die beiden Hauptwurzeln des n. opt. entspringen, so kann über die Richtigkeit des gefundenen Resultats kein Zweifel mehr obwalten. Trotzdem suchte ich noch neue Belege dafür zu finden.

Leider bin ich nicht in der Lage, alle Beweise beibringen zu können. Gerade derjenige Versuch, der die Frage endgiltig entschieden hätte, und der von zwingender Beweiskraft gewesen wäre — Abtragung der lob. opt. allein mit nachfolgender Blindheit — dieser Versuch ist mir nicht gut gelungen. Die Ursache dieses Misserfolges habe ich schon vorher erwähnt. Derselbe beruht eben in den anatomischen Verhältnissen. Von der grossen Zahl derjenigen Versuche, die in einer Exstirpation der lob. opt. bestanden, waren zunächst diejenigen auszuschalten, bei welchen durch gleichzeitige Verletzung der pedunculi Zwangsbewegungen hervorgerufen wurden.

Ich möchte an dieser Stelle hervorheben, dass nicht, wie bisher angenommen wurde, einseitige Verletzung der lobi opt. solche Drehbewegungen nach sich zieht; ich habe in einer eigens darauf gerichteten Untersuchungsreihe feststellen können, dass einseitige wie doppelseitige Durchschneidung oder Exstirpation der Decke dieses Hirnabschnitts von keinerlei Folgen auf den Bewegungsmechanismus des Frosches begleitet ist. Weder traten nach einseitiger Durchschneidung oder Exstirpation Zwangsbewegungen auf, noch verloren die Thiere nach möglichst vollkommener Abtragung

derselben die Fähigkeit, ihr Gleichgewicht zu erhalten. Es ist also nicht, wie Goltz annimmt, dieser Gehirntheil der Sitz des Gleichgewichtscentrums beim Frosch, sondern es sind nur die unter demselben herziehenden pedunculi, welche diesem Zwecke dienen und deren Verletzung die Drehbewegungen hervorruft.*)

Es kommt nun, wie leicht einzusehen ist, sehr oft vor, dass bei einer möglichst vollständigen Exstirpation der Decke, bei der auch die tori semicirculares entfernt werden sollen, die pedunculi angeschnitten, gezerrt oder gequetscht werden. Es bleiben dann stets Rotationsbewegungen nach der nicht verletzten Seite zurück, die um so stärker werden, je mehr die pedunculi in Mitleidenschaft gezogen sind und je weiter nach hinten deren Verletzung stattgefunden hat. Fast alle diese Fälle sind aber für unsere Versuche unbrauchbar. Denn wenn ein solcher Frosch, der z. B. die Neigung hat, sich nach links zu drehen, gegen ein links aufgestelltes Brett anrennt, so ist der Schluss auf eine etwa vorhandene Blindheit in diesem Falle nicht gestattet. Denn der Frosch hat vielleicht das Hindernis ganz gut gesehen, aber er ist nicht im Stande, demselben auszuweichen, weil die Neigung nach dieser Seite hin so stark ist, dass er dieselbe nicht zu überwinden vermag. Nach Ausschaltung dieser Fälle bleibt eine immerhin noch ziemlich beträchtliche Zahl verwerthbarer Versuchsthiere. Bei der Mehrzahl liess sich nun nicht völlige Blindheit nachweisen,**) jedoch fand ich nachher

---

*) Dass sich in diesen pedunculi graue Kerne vorfinden, hat Stieda (Arch. f. wissensch. Zool., Bd. 20) gezeigt und so die Verlegung eines „Centrums“ in dieselben denkbar gemacht.

**) Renzi giebt an, dass er nach Abtragung der lamina optica, wie er die Decke der lobi opt. nennt, Blindheit erhalten habe. Das ist absolut falsch; Renzi ist hier sicher ganz kritiklos vorgegangen, er hat einfach die weissen Fasern vorn mit weggeschnitten, was schon daraus hervorgeht, dass, wie er sagt, die vordersten Theile der lobi mit weggenommen werden müssten, damit Blindheit einträte. Dann hat er aber auch entzündliche Symptome für Ausfallserscheinungen gehalten, denn er findet, dass die Blindheit meist nur von vorübergehender Dauer ist und dass die Thiere nach wenigen Tagen wieder sehen können.

in allen diesen Fällen stets ein ziemlich grosses Stück von der Decke der lobi erhalten. Es ist das auch sehr einfach zu erklären, denn je sicherer ich war, die pedunculi nicht verletzt zu haben, desto wahrscheinlicher war es, dass ich auch nicht die ganze, seitlich so wohl wie hinten sich tief nach unten umschlagende Decke entfernt hatte Brauchbar wären eigentlich nur die Fälle, wo bei unversehrten pedunculis die ganze Decke entfernt ist; jedoch bei der tiefen Lage, die uns zwingt, nicht nach dem Auge, sondern auf's Gerathewohl auf Grund der früher erworbenen Vorstellungen von der Lage der Theile zu operiren, ist es fast unmöglich, solche idealen Fälle herzustellen. Freilich habe ich mehrere Frösche gehabt, die nach blosser Abtragung der ganzen Decke der lobi und Erhaltung der weissen Opticusfasern sich blind zeigten. Doch war die Zahl derselben im Verhältnis zu der Menge der nicht gelungenen Versuche eine so geringe, dass ich mich nicht entschliessen konnte, dieselben als einen vollgiltigen Beweis anzusehen und dass nur die eben angestellten Erwägungen meine Zweifel in dieser Richtung tilgen konnten. Dazu kam noch, dass ich ziemlich häufig bei den andern Fröschen, bei denen ich bei der Section noch Reste der Decke erhalten fand, wenn auch nicht Blindheit, so doch deutlich Sehstörungen nachweisen konnte, und dass, wie mir schien, diese Sehstörungen um so beträchtlicher waren, je kleiner sich nachher das übrig gebliebene Stück zeigte.

Nun wissen wir aber, wie schwer es hält, beide Sehsphären total zu exstirpiren; ist es ja Munk erst nach vielen vergeblichen Bemühungen gelungen, seine Hunde völlig blind zu machen. Ich suchte daher mit der Exstirpation eines lobus bessere Resultate zu erzielen, wozu mich schon der Umstand aufforderte, dass die Abtragung namentlich des rechten lobus erhebliche Schwierigkeiten darbot und sich bei der Sektion regelmässig zeigte, dass gerade von diesem auch immer ein grösseres Stück zurückgeblieben war. Aber auch einseitige Blindheit zu constatiren, ist bekanntlich bei

sonst normalen Thieren (und Menschen) nicht leicht. Dieselben bedienen sich ihres gesunden Auges mit Zuhilfenahme ihrer anderen Sinne so gut, dass der Fehler oft den aufmerksamsten Beobachtern entgeht. Frösche, die ich auf einem Auge blendete, benahmen sich nachher so, dass sie von völlig gesunden nicht zu unterscheiden waren.

Durch einen kleinen Kunstgriff, dessen Beweiskraft ich zuerst bei diesen einseitig geblendeten Thieren erprobte, gelang es mir aber doch, bei Fröschen, denen blos der linke lobus opt. genommen war, Blindheit des rechten Auges zu constatiren. Ich setzte den Frosch so vor ein Brett, dass er grade auf die eine Kante desselben sah, seitlich aber auf beide Augen noch Licht fiel, also in der Weise:

Das Thier, welches bisher immer gradeaus gesprungen war, sprang nun nach links, eine Erscheinung, die sich nur dadurch erklären liess, dass der Frosch nur mit dem linken Auge sah. Durchschnitt ich nach Abtragung des linken lob. opt. noch den linken n. opticus, so zeigten sich die Thiere ganz blind, d. h. sprangen in das Hindernis hinein. Am leichtesten war dies nach vorheriger Abtragung des Grosshirns zu erkennen, da in diesem Falle der lob. opt. besser zugängig war und leichter in seiner ganzen Ausdehnung entfernt werden konnte. Dass das Fehlen des Grosshirns nicht direkt Einfluss auf den Versuch hatte, suchte ich auf

folgendem Wege zu beweisen. Ich entfernte das Grosshirn, der Frosch sah, ich nahm ihm die thal. und den linken lobus, er sah ebenfalls noch, ich durchschnitt dann den linken n. opt., der Frosch war blind. Ferner, wenn nach unvollständiger Abtragung beider lob. opt. der Frosch noch sah, so wurde sein Sehvermögen nicht beeinträchtigt durch nachträgliche Entfernung des Grosshirns.

Wir haben nun den Sitz des Sehcentrums beim Frosch ermittelt, doch dürfen wir unsere Aufgabe noch keineswegs für abgeschlossen halten. Wie kommt es, fragen wir, dass, während bei den Säugethieren die Grosshirnrinde als Sitz der Gesichtsempfindungen zu betrachten ist, bei den Fröschen den lob. opt. diese Aufgabe zufällt? Es liegt hier ein offenbarer Gegensatz vor, und das Bedürfnis, beide Thatsachen zu vereinigen, ist wohl berechtigt. Es scheint offenbar, dass bei zwei Thierklassen verschiedenen Organen gleiche Funktionen, demselben Organ verschiedene Funktionen zukommen. Bevor man sich zu einer solchen Auffassung bekennt, ist es jedenfalls nöthig, die vergleichend anatomischen Thatsachen genau beurtheilen zu können und sich der Gleichwerthigkeit und Ungleichwerthigkeit der in Frage stehenden Organe bei den verschiedenen Thieren völlig sicher zu sein. Wie ist dies nun in unserm Falle? Entspricht das sogenannte Grosshirn des Frosches in der That dem der Säugethiere, thal. u. lob. opt. dem thal. opt. u. den corp. quadrig. der letzteren? Diese Frage ist keineswegs einfach mit Ja zu beantworten und ist auch von den einzelnen Forschern verschieden beantwortet worden. Unter den früheren Autoren huldigte die Mehrzahl (Haller, Cuvier, Treviranus, Meckel, Camper, Gottsche) der Auffassung, dass die lobi optici des Frosches eine Art Grosshirn, Hemisphaeria posteriora seien. Unter den Neueren hat wohl nur Fritsch[1]) eine ähnliche Auffassung. Derselbe ist der Meinung, dass das

[1]) G. Fritsch, Anatomie des Fischgehirns. Berlin 1878.

primäre Vorderhirn (d. sogenannte Zwischenhirn) bei Fischen und Amphibien nicht wie bei Säugethieren selber unentwickelt bleibe und blos nach vorn Grosshirnblasen austreibe, sondern dass es nach hinten hin selber Rindenschichten bilde und so grössere Bedeutung für das entwickelte Organ habe, als allgemein angenommen werde. Diese Rindentheile verwüchsen innig mit dem Mittelhirn und bildeten beim Frosch die Decke der lobi optici. Als Beweise für seine Ansicht führt Fritsch ausser der Rindenbildung an, das die lobi opt. nicht wie die corp. quadr. der Säuger solide wäre, sondern einen grossen Ventrikel hätten, dass ferner im vorderen Theile derselben Commissurenfasern, sowie eine deutliche Stammstrahlung sichtbar seien, welch' letztere der corona radiata entspräche. Als corp. quadr. liessen sich dann die weiter nach hinten gelegenen tori semicirc., solide Organe, die anders nicht zu deuten seien, auffassen.

Wäre diese Ansicht richtig, so würden unsere Resultate auf einmal in ganz neuem Lichte erscheinen. Wir würden beim Frosch das Sehcentrum, das bei Säugethieren in den hinteren Theilen des Grosshirns liegt, nicht in dessen so wenig entwickelten secundären Vorderhirn, sondern gewissermassen in einem hinteren Grosshirn finden und so die Einheitlichkeit zwischen anatomischen und physiologischen Befunden wieder hergestellt haben. Leider aber habe ich mich von der Richtigkeit der Fritsch'schen Auffassung noch nicht überzeugen können und muss dieselbe vor der Hand als eine zwar geistreiche, aber noch zu erweisende Hypothese bezeichnen.

Um dem Leser eine eingehende Auseinandersetzung aller Gegengründe verständlich zu machen, bedürfte es einer ausführlicheren Darstellung der anatomischen Verhältnisse, als ich sie oben geliefert habe. Wenn ich in Kurzem die Gründe angeben soll, die mir gegen die Fritsch'sche Ansicht zu sprechen scheinen, so ist es zunächst der Mangel entwicklungsgeschichtlicher Belege. Die einzige neuere Ar-

beit, welche die Entwicklungsgeschichte des Amphibiengehirns ausführlich behandelt. Götte's „Bombinator igneus[1])“ lässt die lobi optici aus dem Mittelhirn hervorgehen. Freilich, bei der Kleinheit der unentwickelten Organe, bei der Leichtigkeit, mit der dieselben unmerkbar sich verschieben und in einander übergehn können, wäre dies noch kein zwingender Beweis. Doch lehrt eine aufmerksame Vergleichung der Amphibien-, Vögel- und Säugethierhirne, dass die Unterschiede zwischen denselben gar nicht so bedeutend sind, als es auf den ersten Anblick scheint. Da finden wir denn auch bei Vögeln und Säugern an der vorderen Grenze der Corp. quadr. Commissurenfasern, wir finden eine Höhle, die freilich beim Vogel schon bedeutend verengt und beim Säugethier gar zum kleinen aquaeductus Sylvii zusammengeschmolzen ist, wo sich aber noch die beiden seitlichen Ausbuchtungen als deutliche Rudimente in der T Figur desselben aussprechen. Ja wir finden in den corp. quadr. der Vögel noch an der Hinterwand jene soliden, den tori semicirculares entsprechenden Organe, wenn dieselben auch im Verhältnis kleiner und wegen der veränderten Lage der corp. quadr. zusammen mit diesen nach aussen gerückt und mit den pedunculis verwachsen sind. Dass ferner die lob. opt. Grosshirnrindenbau zeigen sollen, kann ich keineswegs zugeben; es entspricht im Gegentheil die schichtweise Anordnung runder gangliöser Elemente, abwechselnd mit concentrisch verlaufenden Faserbündeln viel eher dem Bau der corp. quadr., wie ihn Vögel und Säugethiere besitzen, während pyramidenförmige Zellen, wie sie in den Hemisphären der Säuger und auch im Grosshirn der Frösche sich finden, in den lob. opt. nicht vorhanden sind. Von der Gleichwerthigkeit der aus den pedunculi in die Decke der lobi eintretenden Fasern mit der corona radiata habe ich mich nicht überzeugen können, so dass auch dieses letzte Argument, welches Fritsch vorbringt, nicht als zwingend anerkannt werden kann.

[1]) A. Götte. Entwicklungsgeschichte der Unke (Bombinator igneus) Leipzig 1875.

Stellt sich nun die Fritsch'sche Auffassung nicht als richtig heraus, haben wir es also bei den lob. opt. mit Theilen zu thun, die den corp. quadr. der Säuger entsprechen, dann müssen wir freilich unsere Schlussresultate anders fassen. Wir müssen annehmen, dass bei den Fröschen das Mittelhirn Functionen übernimmt, die hei höheren Wirbelthieren dem Vorderhirn zufallen. Diese Auffassung dürfte auch nichts Befremdendes für uns haben; wenn das Princip des Functionswechsels für gleiche Organe bei verschiedenen Thierklassen ein anerkanntes ist, so ist es hier gewiss völlig berechtigt. Wir sehen ja, wie das Centralnervensystem der Wirbelthiere von den untersten Klassen herauf sich in der Weise differenzirt, dass aus einem gleichförmigen Strange, wie er sich beim Amphioxus vorfindet, sich erst eine Sonderung in Gehirn und Rückenmark vollzieht, dann das Gehirn in 5 Bläschen zerfällt und diese sich wieder in verschiedene Bestandtheile scheiden. Man kann nun nicht einmal sagen, dass jedesmal, wenn sich ein neues Organ entwickelt, die dazu gehörige Function ebenfalls erst ins Leben tritt. Diese scheinbar neu auftretenden Organe sind in Wirklichkeit nichts neu hinzugekommenes, sondern ja eigentlich in früheren Entwicklungsstufen, wenn auch noch nicht erkennbar, enthalten. Bei der aufsteigenden Differenzirung der Theile müssen denn nun auch die verschiedenen Functionen an verschiedene Organe vertheilt werden, und es kann vorkommen, dass ein weiter nach hinten gelegener Hirntheil bei einem niederen Thiere Functionen versieht, die bei einem höheren ein vorderer übernommen hat. Es muss ja nicht die physiologische Differenzirung gleichen Schritt halten mit der anatomischen, ja es ist wahrscheinlich, dass sich dies nicht so verhält. Beim Frosch ist das Grosshirn noch in rudimentärem Zustande, das Mittelhirn dagegen im Verhältnis zu demselben sehr mächtig und hat einen sehr verwickelten, auf wichtige Functionen hindeutenden Bau. Es ist nun gar nicht wunderbar, wenn beim Frosch das Sehen — wenn ich so sagen darf — noch nicht so weit vorgerückt ist, wie beim

Säugethier, dessen Grosshirn weit besser entwickelt ist. Wir würden dann zu der Ansicht gekommen sein, dass das Sehen in der Wirbelthierreihe immer mehr nach vorn rückt, d. h. immer weiter nach vorn gelegenen Hirntheilen zufällt, bis es beim Säugethier dem Grosshirn zukommt.

Es wäre nun von grossem Interesse zu erfahren, wie sich in dieser Richtung die zwischen Säugern und Amphibien stehenden Vögel verhielten. Aus der Literatur wissen wir, dass Flourens sein grosshirnloses Huhn für blind gehalten hat, eine Ansicht, die von einer grossen Zahl von Forschern lebhaft angegriffen wurde, vor Allen zunächst von Longet, welcher behauptete, dass grosshirnlose Vögel noch in einem dunklen Zimmer dem Lichte folgten. Sonst liegen noch drei Arbeiten über diesen Gegenstand vor, von Jastrowitz[1]), M'Kendrick[2]) und Musehold[3]). Ersterer will Tauben durch Entfernung einer Hemisphäre einseitig geblendet haben, die beiden letzteren schon durch Abtragung grösserer Stücke von der Oberfläche desselben. Ihre Versuche haben aber, wie wir gleich sehen werden (vielleicht mit Ausnahme der Jastrowitz'schen) gar keine Beweiskraft, was ihnen — und auch mir beim Beginn meiner Arbeiten am Taubengehirn völlig entgangen ist. Nachdem ich nämlich grössere Stücke von der dünnen Rinde, welche die hintere Partie des Taubengrosshirns bedeckt, entfernt hatte, stellte sich scheinbar völlige und andauernde Blindheit des entgegengesetzten Auges ein. Auf dieser Seite schreckten sie nicht vor meiner Hand zurück, Erbsen pickten sie erst, als sie derselben mit dem andern Auge ansichtig wurde; ja als ich ihnen das gesunde Auge verbunden, sassen sie still und geduckt da, ohne sich vor dem Licht, vor der Hand oder sonst einem Gegenstand zu fürchten. Alles das war von den

---

[1]) Jastrowitz. Arch. für Psychiatrie. Bd. 6, p. 612.

[2]) M'Kendrick. Observations and experiments on the corpora striata and cerebral hemispheres of pigeons. Edinburgh 1873.

[3]) Musehold. Exp. Untersuchungen über das Sehcentrum bei Tauben, Diss. inaug. Berlin 1878.

früheren Beobachtern auch schon bemerkt worden, ja Musehold hatte nicht einmal andauernde, sondern nur vorübergehende Blindheit erzielt. Da entfernte ich nach Monaten das gesunde Auge, und siehe da — die Tauben sahen plötzlich mit dem übrig gebliebenen anscheinend ziemlich gut, sie pickten Erbsen, liefen zum Wassernapf, vermieden Hindernisse etc. Die scheinbare Blindheit auf diesem Auge konnte also nur dadurch hervorgerufen sein, dass die Thiere mit demselben schlecht sahen und dadurch veranlasst wurden, sich nur ihres gesunden Auges zu bedienen — eine Erscheinung, die wir ja auch an Menschen hin und wieder zu beobachten Gelegenheit haben. Schon daraus liess sich also eine Sehstörung vermuthen, doch es sprachen noch andere Gründe dafür. Was früher nie vorgekommen war, die Thiere pickten häufig in ihren Koth, ihn für Erbsen haltend, auch schreckten sie hin und wieder einmal nicht vor meiner Hand zurück. Am auffallendsten war dies bei einer Taube, die nur in den seltensten Fällen vor der Hand zurückwich; diese zeigte auch die sonderbare Erscheinung, dass sie, ruhig gelassen, leicht in einen schlafähnlichen Zustand verfiel, aus dem sie durch Anhauchen, Anfassen, laute Geräusche, nicht aber durch Lichterscheinungen wachgerufen werden konnte. Ich schloss daraus, dass nur ein kleiner Theil ihrer Retina, resp. der dazu gehörigen Hirnsubstanz functionsfähig sein konnte. Nach längerem Bemühen gelang es mir denn auch, die Lage dieses Punktes zu ermitteln. Die Taube hatte nur noch in dem vorderen unteren Theil ihres Gesichtsfeldes — also in dem hinteren oberen Stück ihrer Retina eine kleine lichtperzipirende Stelle, was sich darin zeigte, dass, von wo aus ich auch sonst dem Thier mit der Hand gegen das Auge fuhr, dasselbe ruhig sitzen blieb, während, wenn ich aus dieser Richtung kam, die Taube mit dem Kopfe meiner Hand auswich. Damit war für mich die Lösung der Frage gegeben; wo im Gehirn $^9/_{10}$ des Gesichtsfeldes vertreten sind, da wird sich in nächster Nähe auch

das übrig gebliebene $^1/_{10}$ finden. Wir haben in der That die Sehsphären der Taube in ihrem Grosshirn zu suchen. Bei den anderen Thieren liess sich die Ausdehnung des Gesichtsdefects nicht so genau feststellen, da die noch erhaltene, functionsfähige Retinapartie grösser als bei der eben genannten Taube war und die Thiere bei der ungeheuren Beweglichkeit ihres Kopfes leicht die ganze Umgebung auf diesem Stückchen sich abspiegeln lassen konnten. Dass ich die Sehsphären nicht habe ganz exstirpiren können, beruht auch hier auf anatomischen Schwierigkeiten, die ich aber nicht näher erörtern will — wie ich denn überhaupt nur ganz kurz auf meine Taubenversuche habe eingehen wollen.

Ueberblicken wir kurz die gewonnenen Resultate. Wir finden, dass die Frösche mit dem Mittelhirn sehen, während die Vögel ebenso wie die Säugethiere im Grosshirn das Centralorgan ihres Gesichtssinnes haben. Ein Sprung scheint hier offenbar vorhanden zu sein; doch sprechen die anatomischen Verhältnisse keineswegs gegen einen solchen Befund. Wir sehen, wie bei Fröschen und Vögeln der ganze Opticus nach dem Mittelhirn zieht. Während aber bei den ersteren die Fasern daselbst in der grauen Rinde enden, haben bei den Vögeln die corpora quadrigemina gar keine graue Rinde, ihre Oberfläche besteht aus weissen Opticusfasern, und es zieht von ihrer vordern Grenze ein weisses Faserbündel sich mit einer spiraligen Windung um die thalami optici herumschlagend an den Hemisphärenstiel, verbreitet sich dort an der Medianebene in der sogenannten strahligen Scheidewand deutlich sichtbar aus und endigt in den Gegenden der Hirnoberfläche, die, wie wir gesehen haben, als die Sehsphären anzusprechen sind. Bei den Fröschen besteht eine solche Verbindung von Mittelhirn und Grosshirn nicht. Beim Säugethier geht bekanntlich nur ein kleiner Theil der Opticusfasern zum vorderen corp. quadr. (Huguenin), der bei weitem grössere zieht zum thalamus und zum Grosshirn. Anatomisch liessen sich also unsere experimentell

gefundenen Thatsachen sehr wohl erklären; ja der Widerspruch, welchen wir zwischen den bei den einzelnen Thierklassen gefundenen Resultaten haben constatiren müssen, wird auf diese Weise am besten gelöst, und wir sind nun viel eher dazu berechtigt, hier einen Uebergang als einen Sprung anzunehmen.

Vorstehende Arbeit ist im physiologischen Laboratorium der Berliner Thierarzneischule gemacht worden; Herrn Professor Munk, dem ich die Anregung zu der Arbeit verdanke, der bei Abfassung derselben mir mit Rath und That beigestanden, meinen herzlichsten Dank!

THESEN.

I.

Die Lokalisation in der Grosshirnrinde ist ein physiologisches Postulat.

II.

Die Transplantation von Geweben ist ein theoretisch wohl begründetes und praktisch gut durchführbares Verfahren.

III.

Die Electrotherapie auf ihrem gegenwärtigen Standpunkt ist noch sehr unvollkommen.

Verfasser, Alfred Blaschko, Sohn des Sanitätsrathes Dr. Blaschko zu Berlin, wurde am 3. März 1858 in Freienwalde a/O. geboren. Er besuchte zuerst das städtische Gymnasium seiner Heimathstadt, dann, nach Berlin übergesiedelt, das Luisenstädtische Gymnasium hierselbst, welches er Ostern 1876 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Die 9 Semester seines Studiums brachte er sämmtlich in Berlin zu, bestand am 20. März 1878 das Tentamen physicum, am 28. Mai 1880 das Examen rigorosum. Seinen verehrten Lehrern, den Herrn Bardeleben, Bernhardt, du Bois-Reymond, A. Braun (†), Falck, A. Fränkel, Frerichs, Friedländer, Fritsch, Grawitz, Hartmann, Helmholtz, Hofmann, Koch, von Langenbeck, Leyden, Liebreich, Martin, Mendel, Munk, Orth, Reichert, Carl Sachs (†), Schöler, Schröder, Senator, Uhthoff, Virchow, Waldenburg, Westphal spricht er hiermit seinen aufrichtigsten Dank aus.